

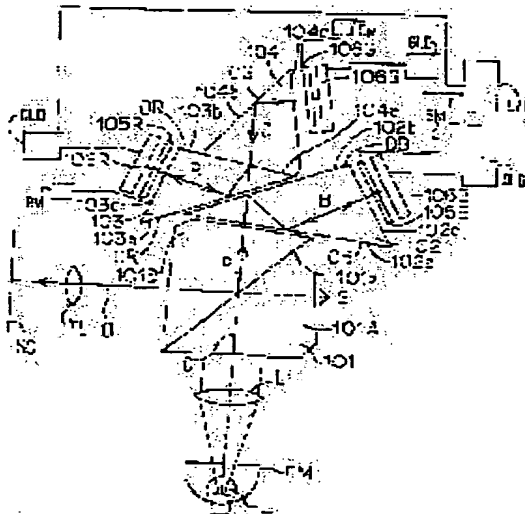
(11)Publication number : **2002-062583**  
(43)Date of publication of application : **28.02.2002**

603B 21/00  
602B 5/04  
602B 7/00  
602F 1/13  
602F 1/1335  
602F 1/13363  
603B 21/14  
603B 33/12  
609F 9/00

(72)Inventor : **SATO MASAOKI**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a projection type display device which can yield a bright and high contrast projected picture.

**SOLUTION:** This projection type display device is provided with: a polarized light separation optical system 101 for polarizing and separating a light beam from a light source L; a color separation optical system PR for color-separating the light beam polarized and separated with the separation optical system 101 to a plurality of color light beams; a reflection type light valve 106R or the like for modulating and emitting the individual color light beams emitted from the separation optical system PR; a color synthesizing optical system PR for synthesizing the light beam emitted from the light valve; and an analyzing optical system 101 for analyzing the synthesized light. In this display device, the separation optical system 101 and the analyzing optical system 101 are commonly utilized by a common polarizing beam splitter 101, and a 1/4 wavelength plate 105R or the like is provided in an optical path between the splitter 101 and the light valve 106R, and the light valve 106R or the like, the beam splitter 101 and the wavelength plate 105R or the like are arranged to have a specified relative positional relation.



[Date of request for examination]  
[Date of sending the examiner's decision of rejection]  
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
[Date of final disposal for application]  
[Patent number]  
[Date of registration]  
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-62583

(P2002-62583A)

(43) 公開日 平成14年2月28日 (2002.2.28)

(51) IntCl <sup>7</sup>	識別記号	F I	ターミナル* (参考)
G 0 3 B 21/00		G 0 3 B 21/00	E 2 H 0 4 2
G 0 2 B 5/04		G 0 2 B 5/04	F 2 H 0 4 3
	7/00	7/00	B 2 H 0 8 8
G 0 2 F 1/13	5 0 5	G 0 2 F 1/13	5 0 5 2 H 0 9 1
1/1335		1/1335	5 G 4 3 5

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-246835(P2000-246835)

(22) 出願日 平成12年8月16日 (2000.8.16)

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 佐藤 正聡

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

式会社ニコン内

(74) 代理人 100077919

弁理士 井上 義雄

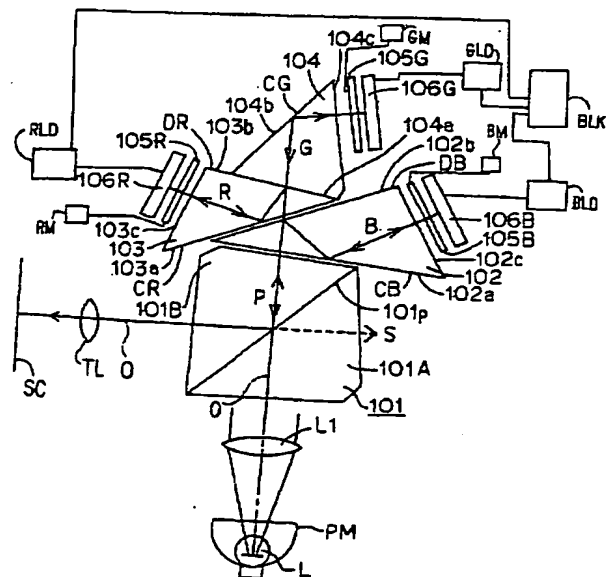
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 投射型表示装置、該投射型表示装置の調整方法、及び該方法で製造された投射型表示装置

#### (57) 【要約】

【課題】 明るく、かつコントラストが高い投射画像を得ることができる投射型表示装置を提供すること。

【解決手段】 光源Lからの光を偏光分離する偏光分離光学系101と、偏光分離光学系101によって偏光分離された光を複数の色光に色分解する色分解光学系PRと、色分解光学系PRから出射される各色光を変調して出射する反射型ライトバルブ106R等と、これらライトバルブからの射出光を合成する色合成光学系PRと、この合成光を検光する検光光学系101とを有する投射型表示装置において、偏光分離光学系101と検光光学系101とは共通の偏光ビームスプリッタ101により兼用され、偏光ビームスプリッタ101と前記ライトバルブ106R等の間の光路中にはさらに1/4波長板105R等が設けられ、ライトバルブ106R等と偏光ビームスプリッタ101と1/4波長板105R等とは相対的に所定の位置関係を有して配置されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源からの光を偏光分離する偏光分離光学系と、

前記偏光分離光学系によって偏光分離された光を複数の色光に色分解する色分解光学系と、

前記色分解光学系から出射される各色光をそれぞれ入射する位置に配置され、行列状に配置される複数の画素を含み、前記複数の画素毎に入射光を変調して出射する反射型ライトバルブと、

前記各ライトバルブからの射出光を合成する色合成光学系と、

前記色合成光学系による合成光を検光する検光光学系とを有する投射型表示装置において、

前記偏光分離光学系と前記検光光学系とは共通の偏光ビームスプリッタにより兼用され、

前記偏光ビームスプリッタと前記ライトバルブとの間の光路中にはさらに1/4波長板が設けられ、

前記ライトバルブは第1の軸に垂直に配置され、かつ前記ライトバルブの前記複数の画素の行方向又は列方向が前記第1の軸と前記偏光ビームスプリッタの偏光面の法線ベクトルとを含む平面に対して平行又は垂直に配置され、

前記1/4波長板は前記第1の軸に垂直で、かつ少なくとも前記1/4波長板の進相軸が前記平面に対して平行又は垂直ではなく、所定の角度を有して配置されていることを特徴とする投射型表示装置。

【請求項2】 前記色分解光学系は、

前記偏光分離された光のうち、第1色光を反射し、第2色光を透過する色分離面と、

前記色分離面より反射された前記第1色光を、前記偏光ビームスプリッタを出射直後の前記第1色光の偏光状態とほぼ同じ偏光状態に補償する第1偏光補償部とを含むことを特徴とする請求項1記載の投射型表示装置。

【請求項3】 前記色分解光学系は、

前記偏光分離された光を入射する第1入射面と、前記色分離面と、前記第1偏光補償部と、前記第1偏光補償部により補償された前記第1色光を前記反射型ライトバルブに出射する第1出射面とが形成される第1プリズムと、

前記色分離面を透過した第2色光を入射する第2入射面と、前記第2入射面からの光を前記偏光ビームスプリッタ出射直後の前記第2色光の偏光状態とほぼ同じ偏光状態に補償する第2偏光補償部と、前記第2偏光補償部により補償された前記第2色光を前記反射型ライトバルブに出射する第2出射面とが形成される第2プリズムと、を含むことを特徴とする請求項2記載の投射型表示装置。

【請求項4】 前記検光された各色光をスクリーンへ投射するための投射レンズをさらに有し、前記投射レンズの光軸と前記第1の軸とが一致している

ことを特徴とする請求項1記載の投射型表示装置。

【請求項5】 光源からの光を偏光分離する偏光分離光学系と、

前記偏光分離光学系によって偏光分離された光を複数の色光に色分解する色分解光学系と、

前記色分解光学系から出射される各色光をそれぞれ入射する位置に配置され、行列状に配置される複数の画素を含み、前記複数の画素毎に入射光を変調して出射する反射型ライトバルブと、

前記各ライトバルブからの射出光を合成する色合成光学系と、

前記色合成光学系による合成光を検光する検光光学系とを有する投射型表示装置の調整方法において、

前記偏光分離光学系と前記検光光学系とは共通の偏光ビームスプリッタにより兼用され、

前記ライトバルブを第1の軸に垂直で、かつ前記ライトバルブの前記複数の画素の行方向又は列方向が前記第1の軸と前記偏光ビームスプリッタの偏光面の法線ベクトルとを含む平面に対して平行又は垂直に配置する工程と、

前記偏光ビームスプリッタと各色光用のライトバルブとの間の光路中に前記第1の軸に対して垂直に1/4波長板を配置する工程と、

前記ライトバルブによる変調光と非変調光とのコントラストが前記検光光学系により検光された後に最も高くなるように前記偏光ビームスプリッタと前記1/4波長板と前記ライトバルブとの少なくとも一つを調整する工程と、を有することを特徴とする投射型表示装置の調整方法。

【請求項6】 前記調整する工程は、前記1/4波長板を前記偏光ビームスプリッタと前記ライトバルブとに対して前記第1の軸を中心に相対的に回転する工程と、

前記ライトバルブによる変調光と非変調光とのコントラストが前記検光光学系により検光された後に最も高くなる位置に前記偏光ビームスプリッタと前記ライトバルブとに対する前記1/4波長板の相対的な位置の位置決めをする工程と、を含むことを特徴とする請求項5記載の投射型表示装置の調整方法。

【請求項7】 前記調整する工程は、

前記ライトバルブに複数の電圧を順次印加する工程と、前記複数の電圧のうち、前記ライトバルブによる変調光と非変調光とのコントラストが前記検光光学系により検光された後に最も高くなる時の電圧を基準電圧として選択する工程と、を含むことを特徴とする請求項5記載の投射型表示装置の調整方法。

【請求項8】 請求項5記載の調整方法を用いて製造されたことを特徴とする投射型表示装置。

【請求項9】 光源からの光を偏光分離する偏光分離光学系と、

前記偏光分離光学系から出射される各色光をそれぞれ入

射する位置に配置され、行列状に配置される複数の画素を含み、前記複数の画素毎に入射光を変調して出射する反射型ライトバルブと、

前記ライトバルブからの光を検光する検光光学系と、を有する投射型表示装置の調整方法において、

前記ライトバルブに複数の電圧を順次印加する工程と、前記複数の電圧のうち、前記ライトバルブによる変調光と非変調光とのコントラストが前記検光光学系により検光された後に最も高くなるときの電圧を基準電圧として選択する工程と、

を含むことを特徴とする投射型表示装置の調整方法。

【請求項10】 請求項9記載の調整方法を用いて製造されたことを特徴とする投射型表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、投射型表示装置、該投射型表示装置の調整方法、及び該方法で製造された投射型表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来技術の投射型表示装置は、液晶パネルに映像に応じた光学像を形成し、この光学像を照明光で照射するとともに投射レンズによりスクリーン上に拡大投射している。ここで、高解像度化を図るため、液晶パネルとして反射型ライトバルブが用いられている。

【0003】光源からのほぼ平行光は、偏光ビームスプリッタにより反射するS偏光成分と直進するP偏光成分とに分けられる。偏光ビームスプリッタを反射したS偏光成分は反射型液晶ライトバルブに入射する。この液晶ライトバルブは、液晶の複屈折性を利用して印加電圧に応じて偏光を変調する機能を有している。ライトバルブにより映像信号に応じて偏光が変調された反射光は、再び偏光ビームスプリッタに入射する。反射光に含まれるP偏光成分は偏光ビームスプリッタを直進して投射レンズに入射する。他方、反射光に含まれるS偏光成分は光源の方向へ進行し、廃棄される。このようにして、反射型ライトバルブに複屈折性の变化として形成された光学像は、投射レンズによりスクリーン上に投射される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】従来技術の上記投射型表示装置では、偏光ビームスプリッタに入射する光線と入射光軸とのなす角度が大きくなると、投射画像のコントラストが低下するという問題がある。かかる問題に鑑みて特公平7-38050号公報に開示された光学装置が提案されている。この光学装置では、偏光ビームスプリッタとライトバルブとの間に1/4波長板を配置することにより、投射画像のコントラストをある程度向上させている。

【0005】しかし、特公平7-38050号公報に提案されている上記光学装置においては、ライトバルブの液晶が有する特性については何ら考慮されていない。こ

のため、上記光学装置による投射像のコントラストはあまり向上していない。

【0006】本発明は上記点について鑑みてなされたものであり、明るく、かつコントラストが高い投射画像を得ることができる投射型表示装置、該投射型表示装置の調整方法、及び該方法で製造された投射型表示装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記課題を解決するためのものであり、以下に、実施形態に示した各図面を用いて、その内容を説明する。

【0008】第1の発明は、光源Lからの光を偏光分離する偏光分離光学系101と、前記偏光分離光学系101によって偏光分離された光を複数の色光に色分解する色分解光学系PRと、前記色分解光学系PRから出射される各色光をそれぞれ入射する位置に配置され、行列状に配置される複数の画素を含み、前記複数の画素毎に入射光を変調して出射する反射型ライトバルブ106R、106G、106Bと、前記各ライトバルブ106R、106G、106Bからの射出光を合成する色合成光学系PRと、前記色合成光学系PRによる合成光を検光する検光光学系101とを有する投射型表示装置において、前記偏光分離光学系101と前記検光光学系101とは共通の偏光ビームスプリッタ101により兼用され、前記偏光ビームスプリッタ101と前記ライトバルブ106R、106G、106Bとの間の光路中にはさらに1/4波長板105R、105G、105Bが設けられ、前記ライトバルブ106R、106G、106Bは第1の軸Oに垂直に配置され、かつ前記ライトバルブ106R、106G、106Bの前記複数の画素の行方向又は列方向が前記第1の軸Oと前記偏光ビームスプリッタ101の偏光面101pの法線ベクトルとを含む平面に対して平行又は垂直に配置され、前記1/4波長板105R、105G、105Bは前記第1の軸Oに垂直で、かつ少なくとも前記1/4波長板105R、105G、105Bの進相軸AXaが前記平面に対して平行又は垂直ではなく、所定の角度を有して配置されていることを特徴とする投射型表示装置を提供する。

【0009】また、好ましい態様では、前記色分解光学系PRは、前記偏光分離された光のうち、第1色光Bを反射し、第2色光Rを透過する色分離面DBと、前記色分離面DBより反射された前記第1色光Bを、前記偏光ビームスプリッタ101を出射直後の前記第1色光Bの偏光状態とほぼ同じ偏光状態に補償する第1偏光補償部CBとを含むことを特徴とする。

【0010】また、好ましい態様では、前記色分解光学系PRは、前記偏光分離された光を入射する第1入射面102aと、前記色分離面DBと、前記第1偏光補償部CBと、前記第1偏光補償部CBにより補償された前記第1色光Bを前記反射型ライトバルブ106Bに出射す

る第1出射面102cとが形成される第1プリズム102と、前記色分離面DBを透過した第2色光Rを入射する第2入射面103aと、前記第2入射面103aからの光を前記偏光ビームスプリッタ101出射直後の前記第2色光Rの偏光状態とほぼ同じ偏光状態に補償する第2偏光補償部CRと、前記第2偏光補償部CRにより補償された前記第2色光Rを前記反射型ライトバルブ106Rに出射する第2出射面103cとが形成される第2プリズム103と、を含むことを特徴とする。

【0011】また、好ましい態様によれば、前記検光された各色光をスクリーンSCへ投射するための投射レンズTLをさらに有し、前記投射レンズTLの光軸AXと前記第1の軸Oとが一致していることを特徴とする。

【0012】また、第2の発明は、光源Lからの光を偏光分離する偏光分離光学系101と、前記偏光分離光学系101によって偏光分離された光を複数の色光に色分解する色分解光学系PRと、前記色分解光学系PRから出射される各色光をそれぞれ入射する位置に配置され、行列状に配置される複数の画素を含み、前記複数の画素毎に入射光を変調して出射する反射型ライトバルブ106R、106G、106Bと、前記各ライトバルブ106R、106G、106Bからの射出光を合成する色合成光学系PRと、前記色合成光学系PRによる合成光を検光する検光光学系101とを有する投射型表示装置の調整方法において、前記偏光分離光学系101と前記検光光学系101とは共通の偏光ビームスプリッタ101により兼用され、前記ライトバルブ106R、106G、106Bを第1の軸Oに垂直で、かつ前記ライトバルブ106R、106G、106Bの前記複数の画素の行方向又は列方向が、前記第1の軸Oと前記偏光ビームスプリッタ101の偏光面101pの法線ベクトルとを含む平面に対して平行又は垂直に配置する工程と、前記偏光ビームスプリッタ101と各色光用のライトバルブ106R、106G、106Bの間の光路中に前記第1の軸Oに対して垂直に1/4波長板105R、105G、105Bを配置する工程と、前記ライトバルブ106R、106G、106Bによる変調光と非変調光とのコントラストが前記検光光学系PRにより検光された後に最も高くなるように前記偏光ビームスプリッタ101と前記1/4波長板105R、105G、105Bと前記ライトバルブ106R、106G、106Bとの少なくとも一つを調整する工程と、を有することを特徴とする投射型表示装置の調整方法を提供する。

【0013】また、好ましい態様では、前記調整する工程は、前記1/4波長板105R、105G、105Bを前記偏光ビームスプリッタ101と前記ライトバルブ106R、106G、106Bとに対して前記第1の軸Oを中心に相対的に回転する工程と、前記ライトバルブ106R、106G、106Bによる変調光と非変調光とのコントラストが前記検光光学系101により検光さ

れた後に最も高くなる位置に前記偏光ビームスプリッタ101と前記ライトバルブ106R、106G、106Bとに対する前記1/4波長板105R、105G、105Bの相対的な位置の位置決めをする工程と、を含むことを特徴とする。

【0014】また、好ましい態様では、前記調整する工程は、前記ライトバルブ106R、106G、106Bに複数の電圧を印加する工程と、前記複数の電圧のうち、前記ライトバルブ106R、106G、106Bによる変調光と非変調光とのコントラストが前記検光光学系101により検光された後に最も高くなるときの電圧を基準電圧として選択する工程と、を含むことを特徴とする。

【0015】また、好ましい態様では、請求項5記載の調整方法を用いて製造されたことを特徴とする投射型表示装置を提供する。

【0016】また、第3の発明は、光源L、PMからの光を偏光分離する偏光分離光学系PRと、前記偏光分離光学系101から出射される各色光をそれぞれ入射する位置に配置され、行列状に配置される複数の画素を含み、前記複数の画素毎に入射光を変調して出射する反射型ライトバルブ106R、106G、106Bと、前記ライトバルブ106R、106G、106Bからの光を検光する検光光学系101と、を有する投射型表示装置の調整方法において、前記ライトバルブ106R、106G、106Bに複数の電圧を印加する工程と、前記複数の電圧のうち、前記ライトバルブ106R、106G、106Bによる変調光と非変調光とのコントラストが前記検光光学系101により検光された後に最も高くなるときの電圧を基準電圧として選択する工程と、を含むことを特徴とする投射型表示装置の調整方法を提供する。

【0017】また、好ましい態様では、請求項9記載の調整方法を用いて製造されたことを特徴とする投射型表示装置を提供する。

【0018】なお、本発明の構成を説明する上記課題を解決するための手段の項では、本発明を分かり易くするために発明の実施の形態の図を用いたが、これにより本発明が実施の形態に限定されるものではない。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、添付図面に基づいて本発明の実施の形態にかかる投射型表示装置について説明する。

【0020】(第1実施形態)図1は、第1の実施形態にかかる投射型表示装置の概略構成を示す図である。ランプLからの光源光は放物面形状の凹面鏡PMによりほぼ平行光に変換され、偏光ビームスプリッタ101に入射する。

【0021】偏光ビームスプリッタ101は、三角柱形状であるプリズム101Aとプリズム101Bと両プリ

ズムの接合面に形成された偏光分離部101pとから構成される。偏光分離部101pは、光源Lからの光源光を、当該分離部を透過するP偏光と反射するS偏光とに偏光分離する。透過したP偏光は、偏光ビームスプリッタ101を出射する。そして、プリズム102、プリズム103ならびにプリズム104と前記プリズムの所定面に形成された複数のダイクロイック膜とから構成される色分解合成プリズムに、P偏光は入射する。また、偏光分離部101pを反射したS偏光は光路を90度折り曲げられて進行し、廃棄される。

【0022】次に、色分解合成プリズムが、光源光をR光とG光とB光とに色分解する構成について説明する。上述したように、色分解合成プリズムは、プリズム102とプリズム103とプリズム104との3つのプリズムから構成されている。

【0023】まず、光源光からB光成分を取出すためのプリズム102について説明する。

【0024】プリズム102は、第1面102aと第2面102bと第3面102cとを有している。第1面102aは光源光を入射する。第2面102bは、B光を反射しR光とG光とを透過するB光反射ダイクロイック膜DBを有している。第3面102cは、第2面102bを反射して次に第1面102aを全反射したB光を出射する。この構成により、プリズム102は、光源Lからの光のうちB光成分を取出すことができる。

【0025】そして、第3面102cから出射したB光は、1/4波長板105Bを透過してB光用ライトバルブ106Bに入射する。

【0026】また、B光は、偏光ビームスプリッタ101を経由してからプリズム102の第3面102c面を出射するまでの間に、プリズム102の第2面102bのダイクロイック膜DBと、第1面101aの全反射膜とにおいて2回の反射作用を受ける。この結果、B光はこの2回の反射によりその偏光状態が変化してしまう。このため、プリズム102の第1面102aは、プリズム102の第3面102cを出射直後のB光の偏光状態と、偏光ビームスプリッタ101を出射直後のB光の偏光状態との楕円率及び偏光軸の傾きをほぼ同じ状態に補償するB光偏光補償部CBを有している。

【0027】次に、光源光からR光成分を取出すためのプリズム103について説明する。

【0028】プリズム103は、プリズム102の第2面102bと空隙を隔てて設けられている。プリズム103は、第1面103aと第2面103bと第3面103cとを有している。第1面103aはプリズム102の第2面102bを透過した光を入射する。第2面103bは、R光を反射しG光を透過するR光反射ダイクロイック膜DRを有している。第3面103cは、第2面103bを反射して次に第1面103aを全反射したR光を出射する。この構成により、プリズム103は、光

源Lからの光のうちR光成分を取出すことができる。

【0029】そして、第3面103cから出射したR光は、1/4波長板105Rを透過してR光用ライトバルブ106Rに入射する。

【0030】また、R光は、偏光ビームスプリッタ101を経由してからプリズム103の第3面103c面を出射するまでの間に、プリズム102の第2面102bに形成されたB光反射ダイクロイック膜DBにて透過作用、プリズム103の第2面103bに形成されたR光反射ダイクロイック膜DRにて反射作用、さらにプリズム103の第1面103aにて反射作用をそれぞれ受ける。この結果、R光は、1回の透過作用と、2回の反射作用とによりその偏光状態が変化してしまう。このため、プリズム103の第1面103aは、プリズム103の第3面103cを出射直後のR光の偏光状態と、偏光ビームスプリッタ101を出射直後R光の偏光状態との楕円率及び偏光軸の傾きをほぼ同じ状態に補償するR光偏光補償部CRを有している。

【0031】次に、光源光からG光成分を取出すためのプリズム104について説明する。

【0032】プリズム104は、その第1面104aが、プリズム103の第2面103bに接着剤により固着されて設けられている。

【0033】プリズム104は、第1面104aと第2面104bと第3面104cとを有している。第1面104aはプリズム103の第2面103bを透過した光を入射する。第2面104bは、G光を全反射する。第3面104cは、第2面104bを全反射したG光を出射する。この構成により、プリズム104は、光源Lからの光のうちG光成分を取出すことができる。

【0034】そして、第3面104cから出射したG光は、1/4波長板105Gを透過してG光用ライトバルブ106Gに入射する。

【0035】また、G光は、偏光ビームスプリッタ101を経由してからプリズム104の第3面104c面を出射するまでの間に、プリズム102の第2面102bに形成されたB光反射ダイクロイック膜DBにて透過作用、プリズム103の第2面103bに形成されたR光反射ダイクロイック膜DRにて透過作用、さらにプリズム104の第2面104bの全反射膜にて反射作用をそれぞれ受ける。この結果、G光の偏光状態は、2回の透過作用と1回の反射作用とにより変化してしまう。このため、プリズム104の第2面104bは、プリズム104の第3面104cを出射直後のG光の偏光状態と、偏光ビームスプリッタ101を出射直後G光の偏光状態との楕円率及び偏光軸の傾きをほぼ同じ状態に補償するG光偏光補償部CGを有している。

【0036】また、上述した偏光ビームスプリッタ101、プリズム102、プリズム103、プリズム104はその内部を通過する光の偏光状態が変化しないように

光弾性常数の絶対値が $1.5 \times 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{N}$ 以下のガラスを使用することが望ましい。

【0037】なお、上記1/4波長板105B、105G、及び105Rの具体的な配置とその機能については後述する。

【0038】次にライトバルブについて説明する。ライトバルブ106B、106G、及び106Rは反射型の液晶ライトバルブである。ライトバルブはマトリックス状に配置された複数の画素を有している。各画素は液晶分子を有する液晶層と当該液晶層の背面に設けられた反射層とを有している。液晶層は、各画素毎に配置されたTFT等のスイッチング素子により液晶層の厚み方向に電圧値を変えて印加させることで液晶分子の向きを変更することができる。そして、この液晶分子の向きに応じてライトバルブに入射した光の偏光の傾きが変わる。即ち、入射光の偏光状態を変調することができる。このように、印加電圧を変化させることで偏光状態を変えて、画像の階調レベルを決めることができる。

【0039】ライトバルブの液晶層に電圧が印加されていない画素は、階調レベルが最低、即ち最も暗い画素である。この時、液晶層の液晶分子は初期状態を維持している。この状態の液晶層を経由して反射層にて反射し、再度、液晶層を経由して射出した光は、変調作用を受けていない非変調光となる。そして、非変調光は1/4波長板を通過後、色分解合成プリズムにP偏光として再入射する。

【0040】また、ライトバルブの液晶層に最高電圧が印加されている画素は、階調レベルが最高、即ち最も明るい画素である。このとき、液晶層は初期状態から離れて所定方向に配列し、波長板層を形成している。この状態の液晶層を経由して反射層にて反射し、再度、液晶層を経由して射出した光は、変調作用を受けている変調光となる。そして、変調光は、1/4波長板を通過後、色分解合成プリズムにS偏光として再入射する。

【0041】色分解合成プリズムは、前記ライトバルブ106R、106G、106Bからの反射光を色合成する。色合成された光は、偏光ビームスプリッタ101の偏光分離部101Pにて検光される。そして、ライトバルブで変調された光であるS偏光成分のみが投射レンズTLに入射する。投射レンズTLは、各R、G、B色のライトバルブの像をスクリーンSCにフルカラー像として投影する。なお、非変調光であるP偏光成分は、偏光ビームスプリッタ101の偏光分離部101Pを直進し、光源L側に出射されて廃棄される。

【0042】次に、1/4波長板105B、105R、及び105Gの配置とその機能について詳細に説明する。R、G、B色に対応する各波長板は、それぞれ同一の配置、同一の機能を有している。従って、以下の説明ではB光に関して述べ、その他のR光、G光に関してはその説明が重複するので省略する。

【0043】図2は、図1に示した投射型表示装置において、光源Lからライトバルブ106Bの1点へ入射する円錐状の光線を模式的に表した図である。投射型表示装置内を進行する光は、図1に示したようにプリズムで1回又は複数回反射されてからライトバルブ106Bに入射する。図2では簡単のため、このような反射による光路の折り曲げが無いものとし、直線状の光軸を有する円錐形状の光として表示している。また、プリズム102、103、104からなる色分解合成プリズムは、簡略して破線の直方体PRとして表示している。なお、色分解合成プリズム中に形成された複数のダイクロイック膜の表示は省略する。

【0044】また、光線の進行方向等の説明のために、互いに直交する座標軸x、y、z軸を図2に示すように定義する。ここで、y軸は光軸Oに平行な軸となる。

【0045】ライトバルブ106B及び1/4波長板105Bはxz平面に対して平行、即ち光軸Oに平行な軸であるy軸に対して垂直に配置されている。ライトバルブ106Bの複数の画素の行方向はx軸と平行、当該画素の列方向はz方向と平行である。

【0046】また、1/4波長板105Bは、図2中の矢印で示す進相軸AXa及び遅相軸AXbがx軸、z軸の方向と一致しておらず、所定の角度を有してy軸の周りに回転した位置に設けられている。換言すると、1/4波長板105Bは、光軸Oに垂直である。そして1/4波長板105Bの進相軸AXa及び遅相軸AXbは、光軸Oと偏光ビームスプリッタ101の偏光面101pの法線ベクトルNを含む平面に対して平行又は垂直ではなく、所定の角度を有して配置されている。

【0047】次に、色分解合成プリズムPRを出射してからライトバルブ106Bに至るまでの光の偏光状態について説明する。以下の説明において、図2の(a)で示す位置、即ち色分解合成プリズムPRを出射した後で、かつ1/4波長板105Bに入射する前の位置における光を「1/4波長板前(a)の光」という。また、図2の(b)で示す位置、即ち1/4波長板105Bを通過した後で、かつライトバルブ106Bに入射する前の位置における光を「1/4波長板後(b)の光」という。さらに、図2の(c)の位置、即ちライトバルブ106Bの液晶層LCを通過した後で、かつ反射部材REFに入射する直前の位置における光を「反射部材前(c)の光」という。

【0048】まず、上述した特公平7-38050号公報に開示された光学装置のように、1/4波長板の進相軸AXa又は遅相軸をx軸またはz軸と一致させて配置した従来の場合について説明する。

【0049】尚、特公平7-38050号公報の装置は、S偏光をライトバルブに照射する構成となっているが、これ以降の特公平7-38050号公報の装置説明は、本願との比較を容易にするためP偏光をライトバル

に照射する構成であるとして説明することにする。即ち、特公平7-38050号公報の技術を図2の装置に適用した場合として説明することにする。

【0050】なお、以下、偏光状態を説明する各図におけるxyz座標軸は図2における座標軸と一致し、y軸は円で示した瞳PLの中央部に紙面に垂直な軸となる。さらに、偏光状態を観察する方向は、常にライトバルブ106B側から光源Lを見る方向とする。

【0051】図3(A)は、1/4波長板入射前(a)の位置における偏光状態を示す図である。1/4波長板入射前(a)の光は楕円率が略0(ゼロ)の直線偏光になっている。ここで、1/4波長板が存在せず、直接ライトバルブ106Bに入射、反射する場合について説明する。上述の特公平7-38050号公報に開示された光学装置では、ライトバルブの液晶層に電圧が印加されていないときにライトバルブを平面ミラーと等価なものとして扱っている。平面ミラーは反射の前後で偏光状態を変化させない。このため、その反射光の偏光状態は図3(B)で示したようになる。これに対して、偏光ビームスプリッタ101は、図3(C)で示す直線偏光の状態の光(即ち、図3(A)と同一の状態)を透過し、直交する成分を反射する。従って、ライトバルブ106Bを反射して再び偏光ビームスプリッタ101へ入射する光のうち、x軸の正又は負側に大きい位置の光線Lp1、Ln1については、偏光ビームスプリッタ101を反射する成分が急激に増大する。

【0052】ここで、特公平7-38050号公報の光学装置では、1/4波長板105Bをその進相軸AXa又は遅相軸AXbをx軸またはz軸と一致させるように配置している。この構成では、偏光ビームスプリッタ101を透過した光は、該1/4波長板105Bを透過し、さらにライトバルブへ入射、反射する。そして、1/4波長板105Bを再度透過する。このように、1/4波長板105Bを2回透過すると、直線偏光は維持されたままで、1/4波長板105Bに入射する前の偏光方向と1/4波長板105Bを2回透過した後の偏光方向とを2等分する方向は進相軸AXaと一致することとなる。このため、図3(B)に示す偏光状態の光が、1/4波長板を2回透過すると、図3(C)で示す偏光状態に変換される。従って、偏光ビームスプリッタ101を反射する成分は存在しない。よって、特公平7-38050号公報の光学装置では、投射画像のコントラストを向上できるとしている。

【0053】上述の説明においては、液晶ライトバルブに電圧を印加していない時に、該ライトバルブを平面ミラーと等価なものとして仮定して扱っている。しかし、電圧を印可していない状態のライトバルブの液晶は、後述する液晶のプレチルト角のために平面ミラーとして扱うことはできない。このため、単に1/4波長板を光路中に挿入しただけでは、大幅にコントラストを向上すること

ができない。

【0054】次に、図4(A)～図4(C)を用いて本実施形態における図2の(a)、(b)、(c)の各位置における偏光の状態を説明する。図4(A)、図4(B)、図4(C)はそれぞれ、円錐状にライトバルブ106B上に集光する光線の(a)、(b)、(c)の各位置における偏光の状態を示す図である。

【0055】まず、図4(A)を用いて1/4波長板入射前(a)の光の偏光状態について説明する。1/4波長板入射前(a)の光は楕円率が略0(ゼロ)の直線偏光になっている。また、x軸の正側と負側に行くに従ってz軸に対するその傾きは大きくなっている。この偏光軸の傾きは、光線の進行方向と偏光ビームスプリッタ101の偏光面101pの法線方向とによってほとんど決定される。

【0056】また、この偏光軸の傾きに関しては、色分解合成プリズムPRの影響はキャンセルされており、偏光ビームスプリッタ101を透過した際の偏光状態と略一致している。偏光状態が維持できるのは、上述したように、プリズム102の第1面102aはB光偏光補償部CBを有し、かつ偏光ビームスプリッタ101、プリズム102等は光弾性常数の絶対値が小さいガラスを使用しているからである。

【0057】次に、図4(B)を用いて1/4波長板出射後(b)の光の偏光状態について説明する。図4(B)から明らかなように、1/4波長板出射後(b)の光の楕円率は、x軸の正側へ行くほど小さく、負側へ行くほど大きくなっている。これは、1/4波長板105Bの進相軸AXaと遅相軸AXbとが、ライトバルブ106Bの複数の画素の行方向(x軸方向)又は列方向(z軸方向)に対して平行または垂直でなく、かつ所定の角度傾いていることに起因する。この1/4波長板105Bの進相軸AXaと遅相軸AXbとは互いに直交し、90度の角度をなしている。このため、進相軸AXaと遅相軸AXbとのいずれか一方の軸に関して考察すれば、他方の軸に関して同様のことが言える。よって、以下、遅相軸AXbに着目して説明する。

【0058】まず、1/4波長板出射後(b)の偏光状態は、瞳PL内の位置により図4(B)に示すように楕円率が異なる理由を説明する。

【0059】図5(A)は、1/4波長板の遅相軸AXbに対して角度 $\theta$ だけ傾いた直線偏光が入射している様子を示す図である。また、図5(B)は上記直線偏光が、1/4波長板を出射して楕円偏光に変換された様子を示す図である。図5(B)から明らかなように、 $0^\circ < \theta < 45^\circ$ の直線偏光は、1/4波長板105Bにより長手方向の軸が遅相軸AXbに一致した楕円偏光に変換される。そして、 $\theta$ の値が45度に近づくほど、楕円率が大きくなる。そのため、1/4波長板入射前(a)の光のうち、1/4波長板の遅相軸AXbと直線偏光の



方向とが一致している光ほど、 $1/4$ 波長板出射後 (b) の光の楕円率が小さくなる (即ち、直線偏光に近づく)。

【0060】逆に、 $1/4$ 波長板入射前 (a) の光のうち、 $1/4$ 波長板105Bの遅相軸AXbと直線偏光の方向とが異なっている光ほど、 $1/4$ 波長板出射後 (b) の光の楕円率が大きくなる。また、 $1/4$ 波長板出射後 (b) の光の楕円偏光の長軸の方向は、 $1/4$ 波長板105Bの遅相軸AXbの方向に一致する。つまり、図4 (B) に示す瞳PL中の各箇所の楕円偏光の長軸方向は、すべて $1/4$ 波長板105Bの遅相軸AXbの方向と平行になっている。さらに、図4 (A) におけるx軸の正側に最も値が大きい位置の直線偏光Lpの傾きと、 $1/4$ 波長板105Bの遅相軸AXbとの傾きとが一致している。このことから、図4 (A) におけるx軸の負側に最も大きい位置の直線偏光Lnの傾きが、 $1/4$ 波長板の遅相軸AXbの方向と最も角度差が大きくなる。従って、直線偏光Lnは $1/4$ 波長板105Bを通過することで、図4 (B) に示すように最も楕円率の大きい楕円偏光Dnに変換される。

【0061】次に、 $1/4$ 波長板105Bの遅相軸AXbと進相軸AXaの方向をライトバルブの複数の画素の行方向又は列方向に対して所定角度だけ傾ける理由について説明する。ライトバルブの複数の画素の行方向 (x軸に平行な方向) に対する $1/4$ 波長板105Bの遅相軸AXbの傾きは、ライトバルブの液晶層中の液晶分子の傾きの方向とその大きさを考慮して決める必要がある。

【0062】図6は、液晶分子の傾きを説明する図である。液晶分子LCMの傾きを説明するため、プレチルト角 $\theta_p$  (一般に数度である) と $\Psi$ との2つの角度を用いる。 $\Psi$ は液晶分子LCMのxz平面への射影とz軸との傾き角である。

【0063】まず、プレチルト角 $\theta_p$ について垂直配向型の液晶素子を例にとって説明する。液晶分子LCMは細長い棒状の結晶である。プレチルト角とは、液晶に電圧が印加されていない状態 (最低階調レベル) における、ライトバルブ106Bの法線方向 (y軸に平行な方向) に対する棒状の液晶分子LCMの長手方向DRの傾きをいう。

【0064】液晶分子LCMに予めプレチルト角 $\theta_p$ を与えておく理由を説明する。仮に、ライトバルブ106Bの法線方向 (y軸に平行な方向) と棒状の液晶分子LCMの長手方向DRとが一致するように構成されていると、電圧が印加された場合に液晶分子LCMがどの向きに傾くか分からない。このため、その液晶分子LCMの傾く方向の制御が困難になる。ここで、液晶分子LCMをライトバルブ106Bの法線方向に対して予めプレチルト角 $\theta_p$ 分だけ傾けて配置しておけば、液晶に電圧が印加された場合に、y軸方向からみて角度 $\Psi$ の方向に必

ず倒れるようにできる。このため、印加電圧の値によって容易に液晶分子LCMの傾きを制御することができ。さらに好ましくは、 $\Psi=45$ 度であることが望ましい。これにより、電圧を印加した場合に、液晶分子LCMは $\Psi=45$ 度の方向に倒れるように構成できる。

【0065】上述したようなプレチルト角 $\theta_p$ =数度、 $\Psi=45$ 度の液晶分子LCMを有するライトバルブ106Bは、液晶層に電圧が全く印加されない最低階調レベルの時に、ほぼ $7/360$ 波長板 (進相軸と遅相軸との位相差が7度の位相板) として作用する。そのため、 $1/4$ 波長板105Bの遅相軸AXbの方向とライトバルブ106Bの複数の画素の列方向 (z軸に平行な方向) とは約3.5度傾けことが望ましい。

【0066】図4 (B) に戻って、 $1/4$ 波長板出射後 (b) の偏光状態の光が、ライトバルブの液晶層 (電圧が印加されない最低階調レベルで、かつプレチルト角を有する場合) を通過すると、図4 (C) に示す反射部材入射前 (c) の偏光状態の光となる。図4 (C) に示すように、図のx軸方向中央部の光D0の偏光の楕円率は略0 (ゼロ) であり、左右方向の外側ほど楕円率が大きくなっている。しかし、全ての偏光軸の方向は、 $1/4$ 波長板を透過した後 (図4 (B)) と略同様である。このように、液晶分子LCMのプレチルト角 $\theta_p$ を考慮して $1/4$ 波長板105Bの遅相軸AXb (又は進相軸AXa) の方向を光軸Oの周りに所定の角度回転 (傾け) て配置した。かかる構成により、反射部材入射前 (c) の光の偏光状態を図4 (C) に示す状態にすることができる。

【0067】次に、ライトバルブ106Bの反射部材に入射した図4 (C) に示す偏光状態の光が該反射部材で反射し、さらにライトバルブ106Bの液晶層と $1/4$ 波長板105Bを経て、合成プリズムPRに入射し、偏光ビームスプリッタに101に入射する場合について説明する。図4 (C) において瞳PL内の中心軸 (y軸) に関し対称な位置の光の偏光状態が相互に略同一の状態であることが重要である。例えば、光線の進行に従って説明すると、図4 (A) のAA→図4 (B) のBB→図4 (C) のCC、の順に偏光状態が変化する。そして、ライトバルブ106Bの反射部材によって反射された後では、さらに、図4 (C) のDD→図4 (B) のEE→図4 (A) のFF、の順に偏光状態が変化する。

【0068】そして、図4 (A) のFF、即ち直線偏光Lpの状態で色分解合成プリズムPRに入射する。そして、色分解合成プリズムPRは、上述したように偏光状態を変化させないように構成されている。この結果、直線偏光Lpの状態で偏光ビームスプリッタ101に入射する。偏光ビームスプリッタ101の偏光分離部101pは、この偏光状態の直線偏光Lpを最も効率良く全て透過することができる。即ち、偏光分離部101pを反射する光が存在しないため、図1における投射レンズT

Lに入射する光は存在しない。よって、理想的な黒い階調の状態を投射することができ、コントラストを大幅に向上できる。

【0069】なお、本実施形態では、電圧が印加されていない状態では、最低階調レベル（最も暗い画素）となるライトバルブを例に説明している。しかし、これに限られず、電圧が印加されていない状態で最高階調レベル（最も明るい画素）となるライトバルブもある。本発明は、両タイプのライトバルブに適用できることは言うまでもない。

【0070】（第2実施形態）第2実施形態にかかる投射型表示装置は、その基本的な構成は上記第1実施形態と同様であるので、重複する部分の説明は省略する。本実施形態は、1/4波長板105R、105G、105Bの位置、又はライトバルブ106R、106G、106Bへの印加電圧を調整する点が上記第1実施形態と異なっている。なお、以下の説明ではB光に関して述べ、その他のR光、G光に関してはその説明が重複するので省略する。

【0071】本実施形態にかかる投射型表示装置は、図1に示すように1/4波長板105R、105G、105Bをそれぞれ光軸Oを中心として回転させる波長板駆動部RM、GM、BMを有している。

【0072】B光を例にして波長板駆動部BMについて説明する。まず、ライトバルブ106Bは、光軸Oに垂直で、かつライトバルブ106Bの複数の画素の行方向（x軸方向）又は列方向（y軸方向）が光軸Oと偏光ビームスプリッタ101の偏光面101pの法線ベクトルNとを含む平面に対して平行又は垂直に配置されている。

【0073】そして、波長板駆動部BMは、1/4波長板105Bを偏光ビームスプリッタ101とライトバルブ106Bとに対して光軸Oを中心に相対的に回転する。

【0074】最後に、ライトバルブ106Bによる変調光と非変調光とのコントラストが偏光ビームスプリッタ（検光光学系）101により検光された後に最も高くなる位置に偏光ビームスプリッタ101とライトバルブ106Bとに対する1/4波長板105Bの相対的な位置の位置決めをする。

【0075】なお、1/4波長板105Bの位置を調整するときに、ライトバルブ106Bに電圧を印加した状態で調整する場合と、ライトバルブ106Bに電圧を印加しない状態で調整する場合との2通りの手順がある。

【0076】また、上記コントラストが最も高くなる位置とは、上記第1実施形態で述べたように、ライトバルブ106Bの液晶分子LCMのプレチルト角 $\theta_p$ で相対的に決まる位置である。従って、液晶分子LCMのプレチルト角 $\theta_p$ を変化させることでも、上記コントラストを向上させることができる。

【0077】このため、本実施形態において更に好ましくは、上述の1/4波長板105Bの位置決めを行った後に、後述するライトバルブ106Bへの基準電圧の調整を行うことがさらに望ましい。

【0078】図1に示すように本実施形態にかかる投射型表示装置のライトバルブ106R、106G、106Bは、それぞれライトバルブ駆動回路RLD、GLD、BLDにより駆動されている。また、すべてのライトバルブ駆動回路は黒レベル電圧指示部BLKに接続されている。

【0079】B光を例にしてライトバルブ106Bの基準電圧の調整について説明する。まず、オペレータが黒レベル電圧指示部BLKを操作することで、ライトバルブ駆動回路BLDはライトバルブ106Bに複数の電圧を順次印加する。

【0080】次に、これら複数の電圧のうち、ライトバルブ106Bによる変調光と非変調光とのコントラストが偏光ビームスプリッタ（検光光学系）101により検光された後に最も高くなるときの電圧を基準電圧として選択する。

【0081】なお、調整の手順はこれに限られず、以下の（1）～（3）の何れでも良い。

（1）1/4波長板の位置決めのみによる調整。

（2）ライトバルブへの基準電圧を変化させることのみによる調整。

（3）ライトバルブへの基準電圧を変化させる調整の後、1/4波長板の位置決めを行う調整。

さらに、本実施形態では、1/4波長板の位置を調整しているが、これに限られず、偏光ビームスプリッタやライトバルブの位置を調整しても良い。

【0082】また、上記各実施形態は偏光ビームスプリッタを一つ有するタイプの投射型表示装置を例に説明したが、本発明はこれに限られず、複数の偏光ビームスプリッタを有する投射型表示装置にも適用できる。

【0083】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1記載の発明によれば、例えば1/4波長板を所定の位置に配置しているので、明るく、コントラストが高い投射画像を容易に得ることができる。請求項2記載の発明によれば、偏光補償部を有しているため、偏光状態が維持される結果、効率良く高コントラストな投射画像が得られる。請求項5記載の発明によれば、投射型表示装置を高コントラスト画像が得られるように簡便に調整できる。請求項6記載の発明によれば、1/4波長板を回転させることにより、容易にコントラストの向上を図ることができる。請求項7及び請求項9記載の発明によれば、印加電圧の調整により、簡便な構成でコントラストの高い画像を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明にかかる投射型表示装置の基本的構成を

示す図である。

【図2】偏光ビームスプリッタと1/4波長板とライトバルブの配置を説明する図である。

【図3】(A)～(C)は1/4波長板の位置を調整しない場合の偏光状態を説明する図である。

【図4】本発明における(A)は1/4波長板入射前の偏光状態、(B)は1/4波長板透過後の偏光状態、(C)はライトバルブの反射部材に入射する光の偏光状態をそれぞれ示した図である。

【図5】直線偏光が1/4波長板に入射した際の射出光の偏光を説明する図である。

【図6】ライトバルブ中の液晶分子のアレチルト角等を説明する図である。

【符号の説明】

L ランプ

PM 方物面鏡

101 偏光ビームスプリッタ

101A, 101B 三角プリズム

101P 偏光分離部

102, 103, 104 プリズム

DB, DR ダイクロイック膜

CB, CR, CG 偏光補償部

105B, 105G, 105R 1/4波長板

106B, 106G, 106R 反射型ライトバルブ

TL 投射レンズ

SC スクリーン

PR 色分解合成プリズム

AXa 進相軸

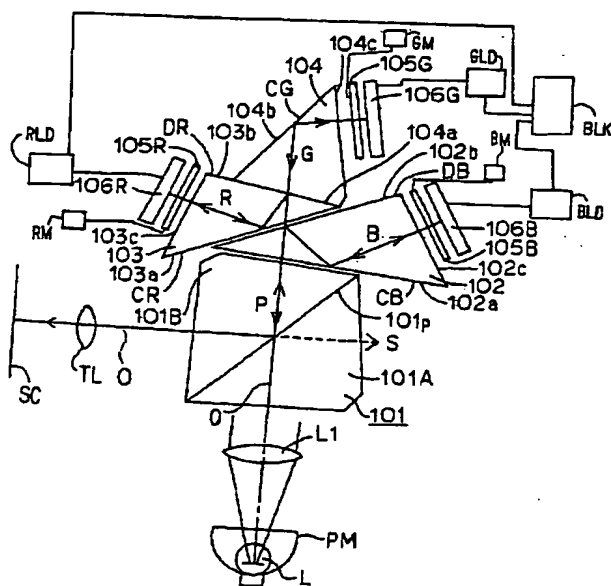
AXb 遅相軸

RM, GM, BM 1/4波長板駆動部

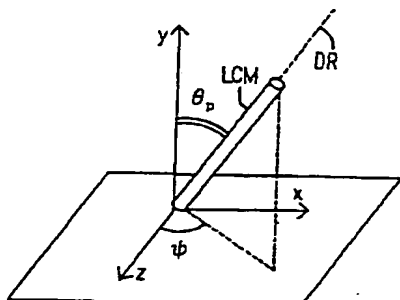
RLD, GLD, BLD ライトバルブ駆動回路

BLK 黒レベル電圧指示部

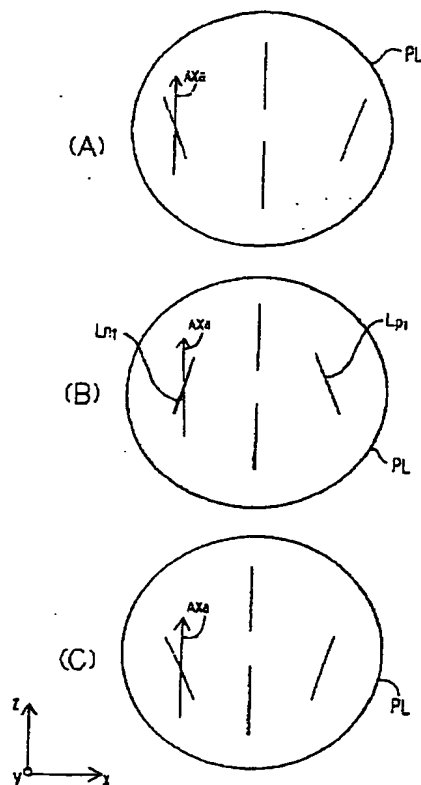
【図1】



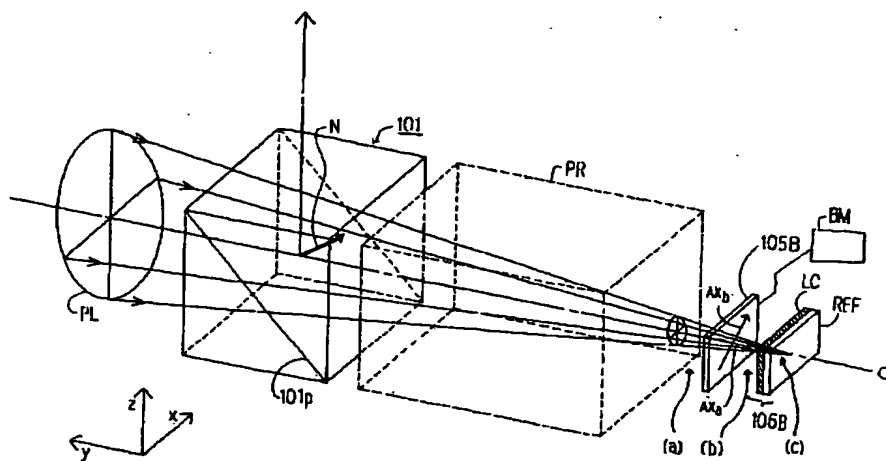
【図6】



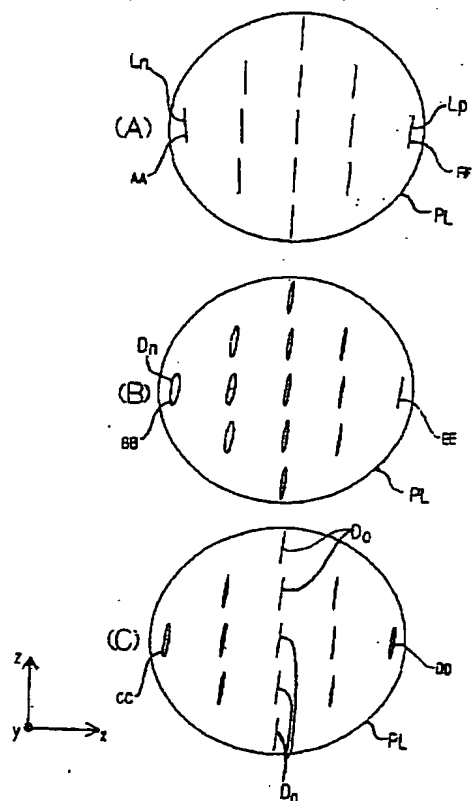
【図3】



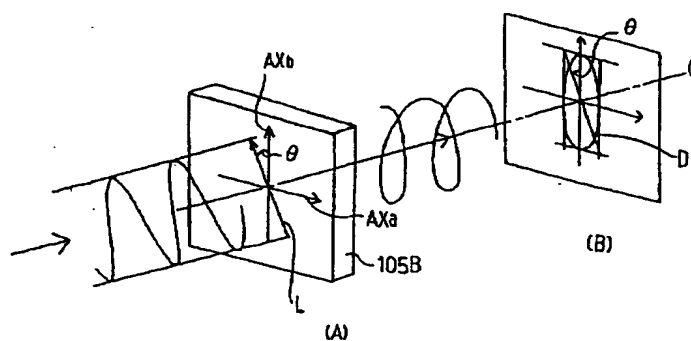
【図2】



【図4】



【図5】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-ド (参考)
G 0 2 F 1/13363		G 0 2 F 1/13363	
G 0 3 B 21/14		G 0 3 B 21/14	Z
33/12		33/12	
G 0 9 F 9/00	3 6 0	G 0 9 F 9/00	3 6 0 D

Fターム(参考) 2H042 CA08 CA10 CA14 CA15 CA17  
 2H043 AB05 AB06 AB08 AB14 AB31  
 2H088 EA12 HA13 HA17 HA20 HA23  
 MA02  
 2H091 FA05Z FA10Z FA11Z FA21Z  
 FA41Z LA17 MA07  
 5G435 AA02 AA03 BB03 BB12 BB16  
 BB17 CC12 DD05 DD06 FF05  
 GG02 GG03 GG04 GG23 LL15